

OP 20017



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenl gungsschrift**  
⑩ **DE 199 20 626 A 1**

⑤① Int. Cl. 7:  
**B 29 C 45/58**  
H 02 K 41/02

②① Aktenzeichen: 199 20 626.0  
②② Anmeldetag: 5. 5. 1999  
④③ Offenlegungstag: 23. 11. 2000

DE 199 20 626 A 1

⑦① Anmelder:  
Hehl, Karl, 72290 Loßburg, DE

⑦④ Vertreter:  
Mayer, Frank und Reinhardt, 75173 Pforzheim

⑦② Erfinder:  
gleich Anmelder

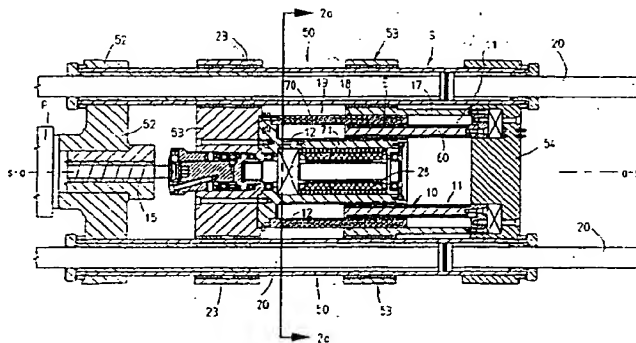
⑤⑥ Entgegenhaltungen:  
DE 44 45 283 A1  
DE 37 82 817 T2  
EP 07 44 815 A2  
JP 63-1 516 A

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Spritzgießmaschine zur Verarbeitung von Kunststoffen

⑤⑦ Bei einer Spritzgießmaschine sind die elektrischen Antriebseinheiten von Spritzgießeinheit (S) und Formschließeinheit zumindest teilweise elektrische Antriebseinheiten in Form eines Linearmotors. Läufer und Stator des Linearmotors weisen zylindrische Mantelflächen (11, 12) auf, wobei die zylindrischen Mantelflächen von Stator und Läufer konzentrisch angeordnet sind und die Statorwindungen im wesentlichen symmetrisch zur Bewegungsachse (a-a) des Linearmotors sind. Hierdurch wird ein Linearmotor geschaffen, der die an Spritzgießmaschinen erforderlichen Vorschubkräfte erbringen kann (Fig. 2).



DE 199 20 626 A 1

## Beschreibung

## Gebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Spritzgießmaschine zur Verarbeitung von Kunststoffen und anderer plastifizierbarer Massen, zu deren Betrieb wenigstens teilweise elektrische Antriebseinheiten eingesetzt werden nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

## Stand der Technik

Elektrische Antriebseinheiten werden vielfach auch in Verbindung mit Spritzgießmaschinen eingesetzt. So ist es z. B. aus der EP 0 662 382 bekannt, verschiedene Hohlwellenmotoren innerhalb der Spritzgießeinheit zum Einspritzen der plastifizierten Masse in die Spritzgießform und zum Anlegen der Düse an die Spritzgießform miteinander zu schachteln. Allerdings ist es hierzu aufwendig erforderlich, die von den Hohlwellenmotoren erzeugten Rotationsbewegungen in Translationsbewegungen umzusetzen. Da an der Spritzgießmaschine jedoch alle Achsen bis auf das Dosieren des zu plastifizierenden Materials mittels einer Förderschnecke Translationsachsen sind, empfiehlt sich der Einsatz derartiger Hohlwellenmotoren nur begrenzt.

Aus der Handhabungstechnik und Medizintechnik sind Linearmotoren bekannt. Bei den Linearmotoren wird ein Läufer, der üblicherweise Magnete, meist Permanentmagnete enthält, in einem Stator dadurch bewegt, daß im Stator Statorwindungen mit Wechsel- oder Drehstrom beaufschlagt werden. Durch das Zusammenspiel der Magnetfelder, sei es vom Strom induzierte oder vom Magnet hervorgerufen kommt es zu einer linearen Bewegung des Läufers. Die bisher bekannten Linearmotoren verfügen jedoch nicht über ausreichende Vorschubkräfte, so daß die meist flächig angelegten Linearmotoren nicht für den Einsatz an einer Spritzgießmaschine geeignet sind. (Firmenbroschüre "New Linear Motors and its applications" der Firma Fanuc, erschienen in FANUC Tech. Rev. 11 2, pp. 25-36 (Dezember, 1998); Datenblatt Linearmotoren LinMot P der Sulzer Electronics AG Zürich.)

## Zusammenfassung der Erfindung

Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, an einer Spritzgießmaschine einen Linearmotor vorzusehen, der die an einer Spritzgießmaschine erforderlichen Vorschubkräfte aufbringen kann.

Diese Aufgabe wird durch eine Spritzgießmaschine mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Der als Antriebseinheit eingesetzte Linearmotor ist so aufgebaut, daß Läufer und Stator über in Wirkverbindung stehende zylindrische Mantelflächen verfügen. Diese Mantelflächen ermöglichen nun einerseits, die für die erforderlichen Vorschubkräfte benötigte Magnetfläche sinnvoll in die Antriebsachsen zu integrieren. Werden dabei die Statorwindungen und nach Anspruch 6 auch die Magneten symmetrisch angeordnet, hat diese Anordnung gleichzeitig auch den Vorteil, daß sich die verhältnismäßig hohen Lagerkräfte, die durch den Magnetismus hervorgerufen sind, gegenseitig aufheben und wirtschaftlich eine hohe Kraft erzeugt werden kann. Während üblicherweise das Verhältnis der erreichbaren Normalkraft zur Magnetkraft etwa 1 : 10 beträgt, kann durch diese Anordnung ein besserer Wirkungsgrad erzielt werden. Wird ein derartiger Linearmotor an der Spritzgießmaschine eingesetzt, erspart man sich gleichzeitig die aufwendigen verschleißanfälligen Umsetzmittel, die bisher er-

forderlich waren, um eine Rotationsbewegung in eine Linearbewegung umzusetzen, wie z. B. Getriebe, Spindel, Hebel und Zahnstangen.

Nach den Ansprüchen 7 und 8 lassen sich zudem verschiedene Zylinderflächen so ineinander schachteln, daß mehrere gleichwirkende Magnetflächen entstehen, die ebenfalls zur Erhöhung der Vorschubkräfte beitragen. In den Zylinderwandungen des Stators können zudem Kühlkanäle angeordnet werden, so daß die durch den Strom hervorgerufene Erwärmung zuverlässig abgeführt werden kann. Das dabei verwendete Kühlmedium kann zugleich zur Temperierung anderer Bauteile an der Spritzgießmaschine eingesetzt werden.

Weitere Vorteile ergeben sich aus den Unteransprüchen sowie aus der folgenden Figurenbeschreibung.

## Kurzbeschreibung der Figuren

Im folgenden wird die Erfindung an mehreren Ausführungsbeispielen erläutert, die in den beigefügten Figuren dargestellt sind. Es zeigen:

Fig. 1 eine am stationären Formträger einer Formschließeinheit angelegte Spritzgießeinheit,

Fig. 2 einen horizontalen Schnitt durch die Spritzgießeinheit im Bereich von Trägerblock und Einspritzbrücke,

Fig. 2a einen Schnitt nach Linie 2a-2a von Fig. 2,

Fig. 3 einen Schnitt gemäß Fig. 2 in einer weiteren Ausführungsform,

Fig. 4 einen vergrößerten Ausschnitt aus Fig. 3 im Bereich der Einspritzbrücke,

Fig. 5 eine teilweise geschnittene Formschließeinheit in Seitenansicht,

Fig. 6 einen vergrößerten Ausschnitt aus Fig. 5 im Bereich des beweglichen Formträgers,

Fig. 7 einen 5-Punkt-Kniehebel einer Formschließeinheit in teilweise geschnittener Seitenansicht,

Fig. 8 eine vergrößerte Darstellung eines der beiden 5-Punkt-Kniehebel gemäß Fig. 7,

Fig. 9 eine Formschließeinheit mit einem Y-Kniehebel,

Fig. 10 den vergrößerten Y-Kniehebel,

Fig. 11 einen horizontalen Schnitt durch eine Spritzgießeinheit im Bereich von Trägerblock und Einspritzbrücke in einer weiteren Ausführungsform,

Fig. 12 eine Formschließeinheit ziehenden Typs in teilweise geschnittener Seitenansicht,

Fig. 13, 14 Darstellung gemäß Fig. 11 von Spritzgießeinheiten in zwei weiteren Ausführungsformen,

Fig. 15 eine mit Verschußdüse ausgestattete Spritzgießeinheit.

## Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen

Fig. 1 zeigt zunächst die Spritzgießeinheit einer Spritzgießmaschine zur Verarbeitung von Kunststoffen und anderer plastifizierbarer Massen wie z. B. keramische oder metallische pulverförmige Massen. In der Spritzgießeinheit ist an einem Trägerblock 52 ein Plastifizierzylinder P aufgenommen. Im Plastifizierzylinder wird die plastifizierbare Masse plastifiziert und über eine Düse 21 in eine Spritzgießform M eingespritzt. Hierzu durchdringt die Düse 21 den stationären Formträger 14. Der vordere Teil der Spritzgießeinheit S ist über ein Stützteil 22 auf dem Maschinenfuß 51 abgestützt und über ein Führungselement 53 auf dem Maschinenfuß geführt und abgestützt. Um die Düse 21 an der Spritzgießform M anlegen zu können und bedarfsweise abzuheben, sind Düsenfahreinheiten 50 vorgesehen, die in Fig. 2 zunächst hydraulisch ausgebildet sind. Die Zylinder der hydraulischen Düsenfahrantriebe 50 bilden mit dem Träger-

block 52 und einem Abschluß 54 einen steifen Rahmen, der an Führungsholmen 20 geführt ist. Auf den Zylindern der Düsenfahreinheit 50 ist das Führungselement 53 geführt.

Um plastifiziertes Material in die Spritzgießform einzuspritzen, ist eine Einspritzeinheit E vorgesehen. Bei Betätigung der Einspritzeinheit wird die Einspritzbrücke 23 und damit die Förderschnecke axial bewegt. Die Einspritzbrücke 23 trägt den Dosiermotor 28, mit dem ein Fördermittel 15, im Ausführungsbeispiel eine Förderschnecke, rotiert werden kann.

Während der Dosiermotor 28 eine rotatorische Bewegung zum Drehen des Fördermittels 15 erbringen muß, sind zum Düsenfahren und zum Einspritzen translatorische Bewegungen erforderlich. Als elektrische Antriebseinheiten für diese translatorische Bewegungen wird ein Linearmotor eingesetzt, der einen Läufer mit entlang einer ersten zylindrischen Mantelfläche 11 angeordneten Magneten aufweist. Der Linearmotor besitzt ferner einen Stator mit entlang einer weiteren zylindrischen Mantelfläche 12 angeordneten Statorwindungen 26. Die zylindrischen Mantelflächen 11, 12 von Stator und Läufer sind konzentrisch angeordnet, so daß die Magnetfläche, die zur Erzeugung geeigneter Vorschubkräfte für Bewegungen an der Spritzgießmaschine erforderlich ist, erhöht werden kann. Damit sich die relativ hohen Lagerkräfte aufheben, werden nicht nur die kreisförmigen Mantelflächen vorgesehen, ergänzend sind auch die Statorwindungen 26 sowie vorzugsweise auch die Magneten 25 des Stators symmetrisch zur Bewegungsachse a-a des Linearmotors angeordnet. Fig. 2a zeigt die kreisförmigen Mantelflächen, die die Aufbringung entsprechender Kräfte aufgrund der an diesen Flächen erreichbaren Kräftedichte veranschaulicht.

In allen Ausführungsbeispielen werden unter dem Begriff Mantelflächen sowohl die äußere Mantelfläche eines Zylinders als auch die innere Mantelfläche eines Rohrs verstanden, in beiden Fällen handelt es sich um zylindrische Mantelflächen 11, 12. Die Magnete 25 können Permanentmagnete aber auch Spulen mit Eisenkern sein die fremderregt werden. Ferner kann die Antriebseinheit gesteuert oder geregelt betrieben werden, also z. B. über eine Regelstrecke als Servomotor betrieben werden.

Bei den in den Fig. 1 und 4 dargestellten Spritzgießeinheiten sind die Linearmotoren der Einspritzeinheit so angeordnet, daß die Bewegungsachse a-a des Linearmotors zugleich die Spritzachse s-s der Spritzgießeinheit S ist. Bei einer entsprechenden Übertragung auf die Formschließeinheit gemäß den Fig. 5-8, worauf weiter unten noch einzugehen sein wird, ist die Bewegungsachse a-a des Linearmotors zugleich die Symmetrieachse s-s der Formschließeinheit F. Zur Vereinfachung wird in beiden Fällen dieselbe Kennzeichnung s-s verwendet und auch im übrigen sind die Bezugszeichen in den Zeichnungen so gewählt, daß gleichwirkende Teile mit gleichen Bezugszeichen versehen sind.

Zur Erzeugung der notwendigen Vorschubkräfte werden die Zylinderflächen zudem geschachtelt angeordnet. Fig. 2, 2a zeigen, wie mehrere gleichwirkende erste Mantelflächen 11 mit einer entsprechenden Anzahl weiterer Mantelflächen 12 für die Einspritzbewegung geschachtelt sind. Am Abschluß 54, der sich infolge der Verbindung über die Düsenfahreinheit 50 gemeinsam mit dem Trägerblock 52 bewegt, ist ein Zylinder 60 abgestützt, der auf seiner Innenseite und auf seiner Außenseite über gleichwirkende Mantelflächen verfügt. Es kann dahingestellt bleiben, ob diese Mantelflächen erste Mantelflächen des Läufers oder weitere Mantelflächen des Stators sind.

Im Ausführungsbeispiel sind die Mantelflächen des Zylinders 60 erste Mantelflächen des Läufers. Diese Mantelflächen werden von gleichwirkenden weiteren bzw. ersten Mantelflächen zweier konzentrischer Zylinder 70, 71 gebil-

det. Äußerlich betrachtet ergibt sich der Eindruck, als würden hier Kolbenstange und Zylinder einer Kolben-Zylinder-Einheit ineinander eintauchen. Die Mantelflächen sind so angeordnet, daß die innere Mantelfläche des äußeren Zylinders 70 mit der Außenseite des Zylinders 60 und die äußere Mantelfläche des inneren Zylinders 71 mit der Innenseite des Zylinders 60 zusammenwirkt. Durch diese Schachtelung läßt sich eine erheblich höhere Vorschubkraft erzeugen, als dies bisher im Stand der Technik üblich ist.

Um gleichzeitig den Linearmotor vor Verschmutzung zu schützen und bedarfsweise einen Raum zu erzeugen, der mit einem geeigneten Schmiermittel versehen werden kann, bewegt sich gemeinsam mit dem Zylinder 60 und insofern ebenso wie der Zylinder 60 mit dem Abschluß 54 verbunden, ein weiterer Zylinder 17. Dieser Zylinder 17 übergreift den Linearmotor und besitzt an seinem vorderen Ende in Fig. 2 links eine Lagerung 18, die mit einer Lagerfläche 19 des Zylinders 70 zusammenwirkt. Über Lagerung 18 und Lagerfläche 19 werden die Teile der Linearmotoren aneinander geführt und damit die Teile der Spritzgießmaschine zentriert, um eine entsprechende Präzision sicherzustellen, die für die Herstellung qualitativ hochwertiger Teile erforderlich ist. Gleichzeitig wirken Lagerung 18 und Lagerfläche 19 abdichtend.

Werden die Statorwindungen der konzentrischen Zylinder 70, 71 unter Strom gesetzt, ergibt sich im Zusammenspiel mit dem Magneten des Zylinders 60 eine Vorschubbewegung. Während der Zylinder 60 unverändert stehenbleibt, werden die konzentrischen Zylinder 70, 71 gemeinsam mit der Einspritzbrücke 23 bewegt. Fig. 3 zeigt eine weitere Ausführungsform der Spritzgießeinheit S, wobei eine Umkehrung von Zylinder 60 und konzentrischen Zylindern 70, 71 stattgefunden hat. Am Trägerblock 52 ist der Zylinder 60 befestigt, mit dem die Zylinder 70 und 71 zusammenwirken, die nun Bestandteil der Einspritzbrücke 23 sind. Die Umkehrung bedingt eine Umkehrung von Läufer und Stator. War im ersten Ausführungsbeispiel der Zylinder 60 der Läufer, so ist er jetzt der Stator. Die Einspritzbrücke 23 gleitet auch hier auf den Zylindern der hydraulischen Düsenfahreinheit, allerdings liegt nicht wie im ersten Fall ein Rahmen vor, der die Spritzgießeinheit S in sich versteift. Der weitere Zylinder 17 lagert wiederum den Linearmotor mittels Lagerung 18 und im Zusammenwirken mit der Lagerfläche 19.

Gemäß Fig. 3 können die Statorwindungen 26 entlang ihrer Bewegungsachse a-a in mehrere gesonderte elektrische Schaltzonen aufgeteilt sein. Der gesamte Bewegungsbereich wird durch den Bereich D verdeutlicht. Bei Bewegung sind beim Einspritzen vor allem gegen Ende alle Schaltzonen A, B, C beteiligt, um vor allem gegen Ende des Einspritzvorgangs unter Mitwirkung aller Schaltzonen die erforderlichen Kräfte aufbringen zu können. Sobald jedoch eine bestimmte Zone mit ihrer Fläche nicht mehr in Wirkverbindung mit den Mantelflächen des Läufers ist, können die nicht mehr beanspruchten Zonen abgeschaltet werden, was zur Energieeinsparung beitragen kann.

Der vergrößerte Ausschnitt gemäß Fig. 4 verdeutlicht, daß die Magnete 25 auch an den Wandungen der Zylinder 70, 71 angebracht sind. Die Magnete sind insofern hier mit den Kennzeichnungen für ihre Pole Nord-Süd (N-S) gekennzeichnet. Die Statorwindungen 26 hingegen sind mit U V gekennzeichnet. Die im Wesentlichen durch die konzentrischen Zylinder 70, 71 gebildete Einspritzbrücke hat in ihrer Mitte, also in der Mitte des Zylinders 71 ausreichend Raum, um dort den Dosiermotor 28 sowie die Verriegelungseinrichtung für das Fördermittel 15 zu lagern.

Als elektrische Antriebseinheit, die mit einem Linearmotor versehen werden kann, können auch andere Baugruppen der Spritzgießmaschine ausgestattet werden. Es bietet sich

hier selbstverständlich an, insbesondere die Translationsachsen mit Linearmotoren auszustatten. Spritzgießseitig sind dies die Antriebseinheit zum Anlegen der Düse 21 an die Spritzgießform sowie die bereits erläuterten Einspritzmittel E oder der Betätigungsmechanismus einer Verschlußdüse V (Fig. 15). Auf der Seite der Formschließeinheit F ist dies zunächst der Schließmechanismus zum Bewegen des beweglichen Formträgers 13 auf den stationären Formträger 14 zu und von diesem weg, der bedarfsweise auch die Schließkraft aufbringen kann. Ist die Formschließeinheit so aufgebaut, daß der Schließmechanismus nur die Formschlußbewegung durchführt, während die Schließkraft durch eine gesonderte Einrichtung aufgebracht wird, so kann auch diese gesonderte Einrichtung mit einem Linearmotor arbeiten. Auf der Formschließeite kann aber auch eine Auswerfereinheit 16 oder eine Kernzugeinheit K (Fig. 5) an der Spritzgießform M mit einem Linearmotor ausgestattet werden.

Fig. 5 zeigt eine Formschließeinheit F, wobei der bewegliche Formträger 13 entlang von Führungsholmen 56 mittels Schließmechanismus bewegt wird. Bei der Bewegung wird die Spritzgießform M wechselweise geschlossen und geöffnet. Der Schließmechanismus stützt sich an einem Abstützelement 57 ab. Fig. 6 zeigt einen vergrößerten Ausschnitt von Fig. 5 im Bereich des beweglichen Formträgers. Auch hier ist der vergleichbare Aufbau wie zuvor bei der Spritzgießeinheit beschrieben, zu erkennen. Ein Zylinder 60 mit Innen- und Außenseite ist hier der Läufer mit dem Magneten 25. Der bewegliche Formträger hingegen trägt die konzentrischen Zylinder 70, 71 als Stator. Am Abstützelement 57 ist der Zylinder 60 befestigt und auch wiederum der weitere Zylinder 17, der mit der Lagerung 18 auch hier an der Lagerfläche 19 gelagert und geführt ist. Im zeichnerisch dargestellten Ausführungsbeispiel sind also auch hier wiederum verhältnismäßig große Zylinder ineinandergeschachtelt. Falls erwünscht, besteht aber auch die Möglichkeit, mehrere einzelne Zylinder um die Schließachse s-s geschachtelt und/oder konzentrisch anzuordnen, die insofern auch dann gleichwirkend betrieben werden.

Im Innern des Zylinders 71 ist ausreichend Raum zur Aufnahme einer Auswerfereinheit 16, die ebenfalls als Linearmotor betätigt wird. Es ergibt sich damit eine äußerst kurze Bauweise.

Der Linearmotor kann auch für andere Arten von Schließmechanismen eingesetzt werden. Die Fig. 7 und 8 zeigen insofern einen Schließmechanismus mit einem Mehr-Punkt-Kniehebel, hier einem 5-Punkt-Kniehebel. Auch hier ist der bewegliche Formträger an Führungsholmen 56 geführt und mittig im beweglichen Formträger ist eine Auswerfereinheit über einen Linearmotor anzusteuern. Fig. 8 zeigt den Aufbau des 5-Punkt-Kniehebels 80. Der Kniehebel stützt sich am Abstützelement 57 mit dem Gelenk 84 ab. Mit dem Gelenk 86 stützt er sich am beweglichen Formträger 13 ab. Die Gelenke 84 und 86 sind über zwei Arme 87, 88 miteinander verbunden, die ihrerseits wiederum am Gelenkpunkt 85 miteinander gelenkig verbunden sind. Am Arm 87 ist ein Gelenkpunkt 83 für einen Gelenkarm 81 vorgesehen. Dieser steht mit dem Gelenkpunkt 82 mit der Antriebseinrichtung in Verbindung. Wird die Antriebseinrichtung linear entlang der Schließachse bewegt, so drückt der Arm 81 zunächst den Arm 87 auf einem Kreisbogen nach vorne und dann nach oben. Die Arme 87, 88 kommen dadurch in Strecklage und werden an einem Zurückweichen durch Selbsthemmung unterstützt durch den Arm 81 gehindert. Der Vorteil dieser Ausführungsform ist, daß in Strecklage keine Kraft am Arm 81 aufgebracht werden muß, um die Strecklage beizubehalten. Dies ist insofern von Vorteil, als bei der Linearbewegung auch die Überdeckung der zylindrischen Mantel-

flächen 11, 12 abnimmt, so daß gegen Ende der Bewegung auch die vom Linearmotor erzeugte Kraft geringer ist. Fig. 8 verdeutlicht ferner, daß der Linearmotor für die Auswerfereinheit 16 bis in den Zylinder des Linearmotors des Schließmechanismus O zurückgeführt werden kann.

Eine weitere Art Schließmechanismus ist der Y-Kniehebel gemäß Fig. 9, 10, die wiederum im übrigen wie die bisher beschriebenen Formschließeinheiten F aufgebaut ist. Der Y-Kniehebel 90 stützt die Antriebseinheit dadurch ab, daß er über zwei Gelenkarme 91 diese frei beweglich aufhängt. Wird nun der Läufer 30 bewegt, greift diese am Gelenkpunkt 93 an und bringt die Arme 92 in Strecklage. Auch hier ist in Strecklage eine verhältnismäßig geringe Kraft aufzubringen. Der Läufer 30 kann zudem so ausgebildet werden, daß er beim Aufbringen einer geringen Kraft nur wenig mit den Mantelflächen des Stators zusammenwirkt, während beim Aufbringen einer hohen Kraft ein vollflächiges Zusammenwirken der Mantelflächen 11, 12 bewirkt wird.

Damit ist bereits angedeutet, daß grundsätzlich auch die Möglichkeit besteht, die zylindrischen Mantelflächen so anzuordnen, daß dann, wenn eine hohe Kraft aufgebracht werden muß, auch eine hohe Überdeckung der Mantelflächen 11, 12 vorliegt, so daß infolge einer großen Anlagefläche auch eine hohe Kraft erzeugt werden kann. Dies wird anhand der Fig. 11 zunächst für eine Spritzgießeinheit S erläutert. Der Linearmotor wird hier als Einspritzmittel E verwendet, wobei die Überdeckung der zylindrischen Mantelflächen 11, 12 beim Anlegen der Düse an die Spritzgießform M zunimmt. Dies wird dadurch erreicht, daß sich der Zylinder 60 an Trägerblock abstützt. Der Zylinder 60 ist hier der Stator. Um nun die Einspritzbrücke zu bewegen, werden die Zylinder 70, 71 über den Zylinder 60 gezogen, so daß beim Einspritzen eine höhere Kraft entsteht, je weiter die Förderschnecke in Richtung auf die Spritzgießform bewegt wird. Die Einspritzbrücke 23 bewegt sich also in Fig. 11 nach links.

Das gleiche Prinzip läßt sich aber auch bei der Formschließeinheit verwirklichen. Fig. 12 zeigt einen Linearmotor als Schließmechanismus, wobei die Überdeckung der zylindrischen Mantelflächen 11, 12 beim Aufbringen der Schließkraft zunimmt. Es handelt sich dabei um eine Formschließeinheit, bei der der bewegliche Formträger auf den stationären Formträger 14 gezogen wird. Im Ausführungsbeispiel sind die Holme 56 am stationären Formträger nicht fest gelagert. Sie sind zudem in diesem Bereich mit den ersten Mantelflächen ausgestattet. Wird hier nun der Stator am stationären Formträger betätigt, wird der Läufer in den Linearmotor gezogen, so daß sich mit zunehmender Schließbewegung der Spritzgießform M eine größere Überdeckung der Mantelflächen ergibt, so daß es zu der höchsten Kraft am Ende der Formschlußbewegung kommt. Fig. 12 zeigt ferner, daß der Linearmotor mit seiner Bewegungsachse aa mit der Mittelachse des Holms 56 zusammenfällt.

Fig. 13 zeigt bei sonst gleichem Aufbau wie in Fig. 3, daß auch die Düsenfahreinheit, die in Fig. 3 hydraulisch war, als Linearmotor ausgebildet werden kann. Die Holme 20 sind insofern mit Magneten ausgestattet, so daß sie als Läufer des Düsenfahrantriebs N dienen können. Sie wirken mit einem Stator zusammen, der auf den Holmen 20 gleitet. Durch diesen Aufbau ist eine entsprechende Bewegung entlang den Holmen 20 möglich.

In einem weiteren Ausführungsbeispiel zeigt Fig. 14, daß auch an der Spritzgießeinheit die Bewegungsachse a-a des Linearmotors mit der Mittelachse der Führungsholme 20 zusammenfallen kann. In diesem Ausführungsbeispiel ist eine Schachtelung von Einspritzmittel und Düsenfahrantrieb N um die Holme 20 herum aufgebaut worden. Um den Holm

20 herum liegt zunächst die Düsenfahreinheit N. Der Führungsholm ist wiederum der Läufer, während eine Hülse den Stator 40 darstellt. Diese Hülse ist innenseitig Stator und außenseitig bereits wiederum Läufer mit Magneten für die Einspritzmittel E. Um die Hülse herum wird daher eine weitere Hülse als Stator 41 gelegt, die ihrerseits zugleich die Einspritzbrücke 23 ist. Die Einspritzbrücke schließlich trägt den Dosiermotor 28.

#### Zusammenfassung

Bei einer Spritzgießmaschine sind die elektrischen Antriebseinheiten und Spritzgießeinheit (S) und Formschließeinheit zumindest teilweise elektrische Antriebseinheiten in Form eines Linearmotors. Läufer und Stator des Linearmotors weisen zylindrische Mantelflächen (11, 12) auf, wobei die zylindrischen Mantelflächen von Stator und Läufer konzentrisch angeordnet sind und die Statorwindungen im wesentlichen symmetrisch zur Bewegungsachse a-a des Linearmotors sind. Hierdurch wird ein Linearmotor geschaffen, der die an Spritzgießmaschinen erforderlichen Vorschubkräfte erbringen kann (Fig. 2).

#### Patentansprüche

1. Spritzgießmaschine zur Verarbeitung von Kunststoffen und anderer plastifizierbarer Massen mit einer Spritzgießeinheit (S) und einer Formschließeinheit (F), die zumindest teilweise von elektrischen Antriebseinheiten betrieben sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß wenigstens eine elektrische Antriebseinheit durch einen Linearmotor gebildet ist, der einen Läufer mit entlang einer ersten zylindrischen Mantelfläche (11) angeordneten Magneten (25) und einen Stator mit entlang einer weiteren zylindrischen Mantelfläche (12) angeordneten Statorwindungen (26) aufweist, wobei die zylindrischen Mantelflächen (11, 12) von Stator und Läufer konzentrisch angeordnet sind und die Statorwindungen (26) im wesentlichen symmetrisch zur Bewegungsachse (a-a) des Linearmotors sind.
2. Spritzgießmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Magnete Magneten oder fremderregte Spulen mit Eisenkern sind.
3. Spritzgießmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrische Antriebseinheit eine geregelte Servo-Antriebseinheit ist.
4. Spritzgießmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Bewegungsachse (a-a) zugleich die Spritzachse (s-s in Fig. 1-4) der Spritzgießeinheit (S) bzw. die Symmetrieachse (s-s in Fig. 5-8) der Formschließeinheit (F) ist.
5. Spritzgießmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Bewegungsachse (a-a) zugleich die Mittelachse (m-m) der Führungsholme (20, 53) der Spritzgießeinheit (S in Fig. 11, 13, 14) bzw. der Formschließeinheit (F in Fig. 12) ist.
6. Spritzgießmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Magneten (25) des Stators symmetrisch zur Bewegungsachse (a-a) des Linearmotors angeordnet sind.
7. Spritzgießmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere gleichwirkende erste Mantelflächen (11) mit einer entsprechenden Anzahl weiterer Mantelflächen (12) geschachtelt sind.
8. Spritzgießmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß gleichwirkende erste bzw. weitere Mantelflächen die Außen- und Innen-

seite eines Zylinders (60) sind und daß gleichwirkende weitere bzw. erste Mantelflächen auf zwei konzentrischen Zylindern (70, 71) so angeordnet sind, daß die innere Mantelfläche des äußeren Zylinders (70) mit der Außenseite und die äußere Mantelfläche des inneren Zylinders (71) mit der Innenseite des Zylinders (60) zusammenwirkt.

9. Spritzgießmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der zylindrische Linearmotor außenseitig von einem weiteren Zylinder (17) übergriffen ist, der mittels wenigstens einer Lagerung (18) die aufeinander bewegten Flächen von Läufer und Stator an einer gesonderten Lagerfläche (19) führt.

10. Spritzgießmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Statorwindungen (26) entlang der Bewegungsachse (a-a) in mehrere gesonderte elektrische Schaltzonen aufgeteilt sind.

11. Spritzgießmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß den Statorwindungen (26) aus Sicht der Magnete (25) hinter oder neben den Statorwindungen liegende Kühlkanäle (27) zugeordnet sind, die mittels eines Kühlmediums temperierbar sind.

12. Spritzgießmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrische Antriebseinheit, wenigstens eine der folgenden Baugruppen der Spritzgießmaschine ist:

- Schließmechanismus zum Bewegen des beweglichen Formträgers (13) auf den stationären Formträger (14) zu und von diesem weg und zum bedarfsweisen Aufbringen der Schließkraft,
- Einrichtung zum Aufbringen der Schließkraft,
- Antriebseinheit zum Anlegen der Düse (21) an der Spritzgießform (M),
- Einspritzmittel zum axialen Bewegen des Fördermittels (15),
- Auswerfereinheit (16)
- Kernzugeinheit (K) an der Spritzgießform (M)
- Antriebseinheit einer Verschlusdüse (V).

13. Spritzgießmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Linearmotor als Schließmechanismus verwendet wird und daß im Innern des inneren Zylinders (71) Raum zur Aufnahme einer Auswerfereinheit (16) ist.

14. Spritzgießmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Linearmotor als Einspritzmittel (E) verwendet wird, wobei die Überdeckung der zylindrischen Mantelflächen (11, 12) beim Verfahren des Fördermittels (15) an die Spritzgießform (M) zunimmt (Fig. 11).

15. Spritzgießmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Linearmotor als Schließmechanismus verwendet wird, wobei die Überdeckung der zylindrischen Mantelflächen (11, 12) bei Annäherung der Teile der Spritzgießform (M) aneinander zunimmt (Fig. 12).

16. Spritzgießmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Linearmotor die Antriebseinheit eines als Schließmechanismus ausgebildeten Mehrpunkt-Kniehebels (80) ist.

17. Spritzgießmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Linearmotor die Antriebseinheit eines als Schließmechanismus ausgebildeten Y-Kniehebels (90) ist.

- Leerseite -

FIG. 1

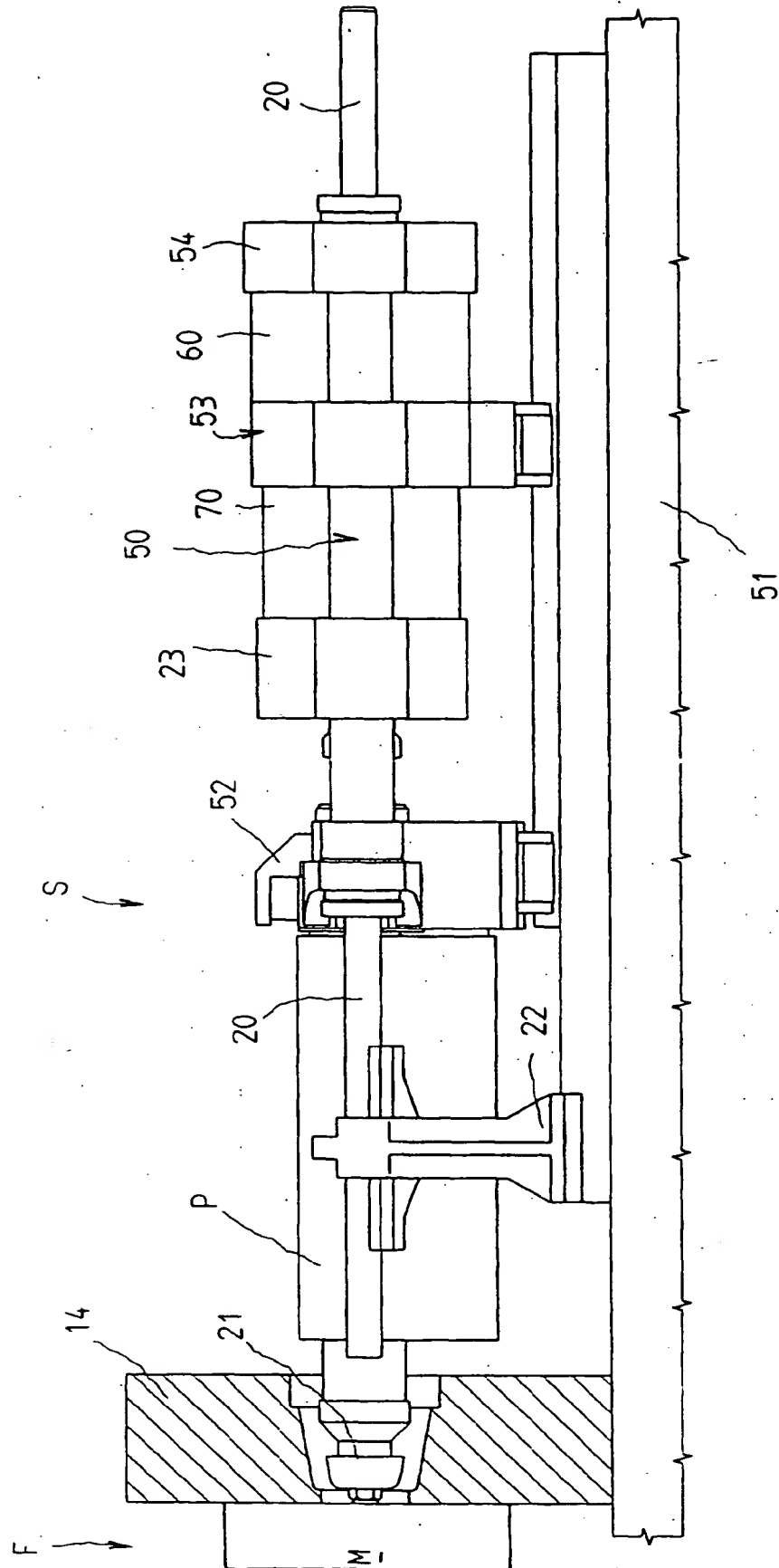
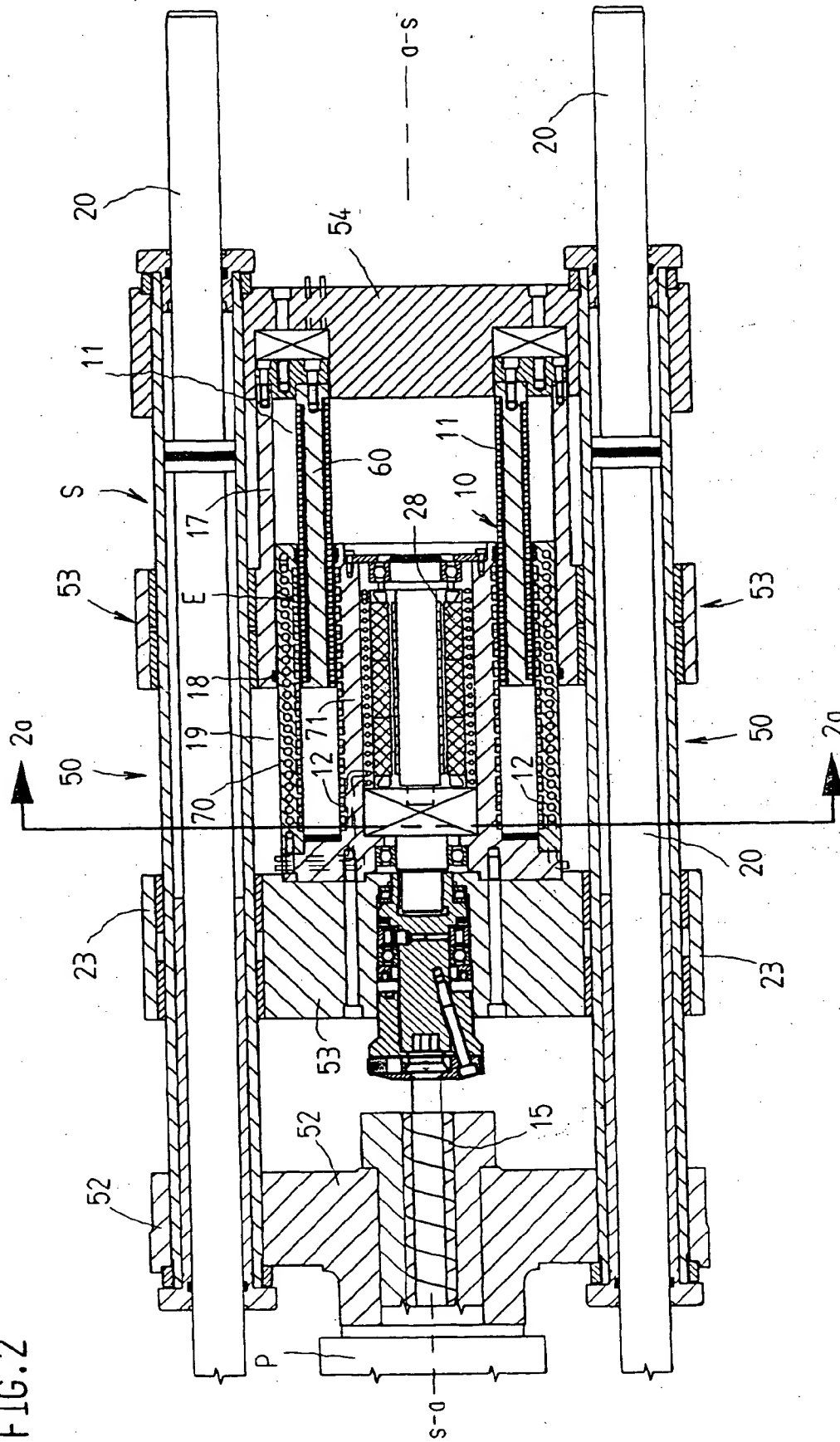


FIG. 2





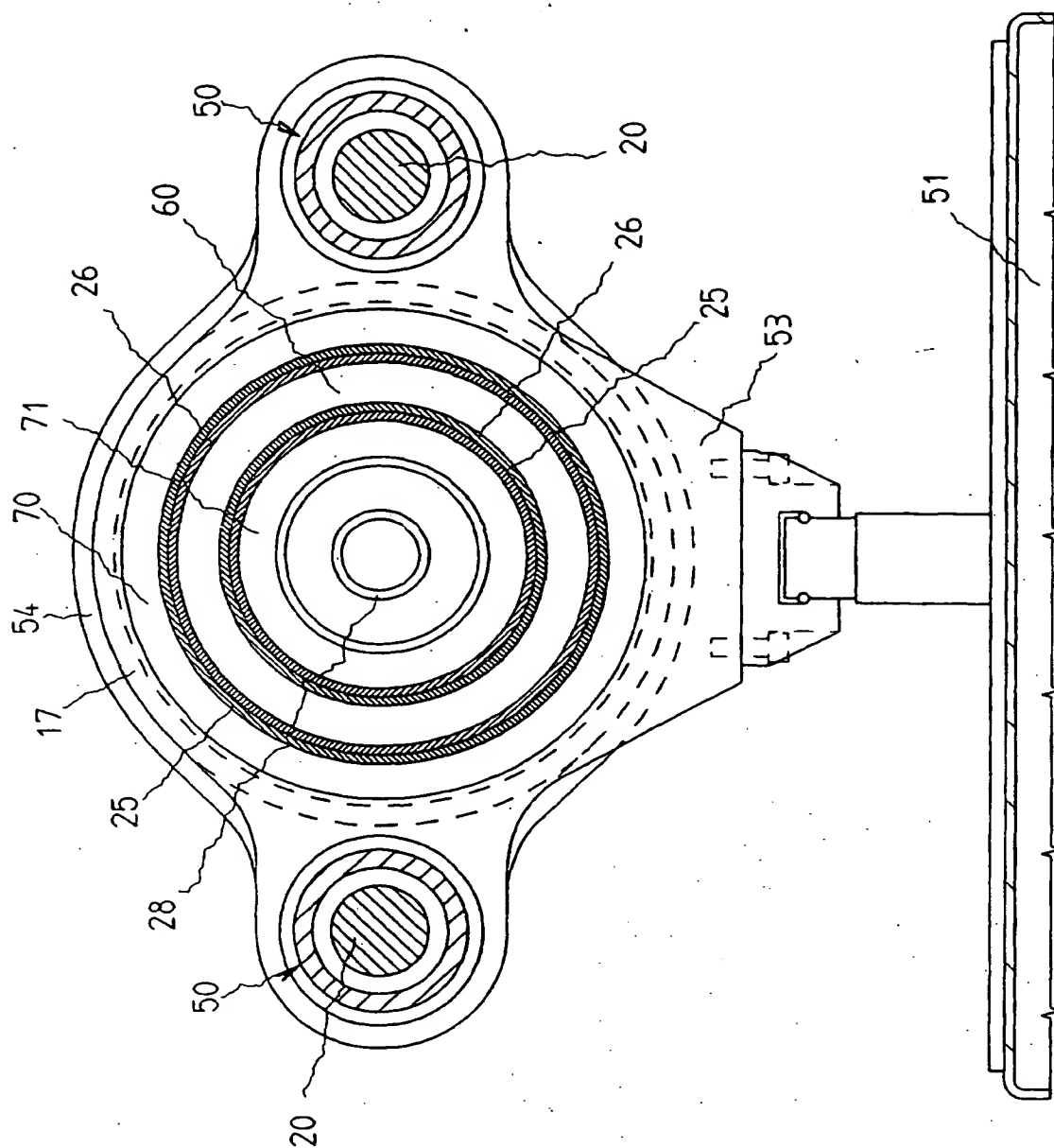


FIG. 2a

FIG. 3

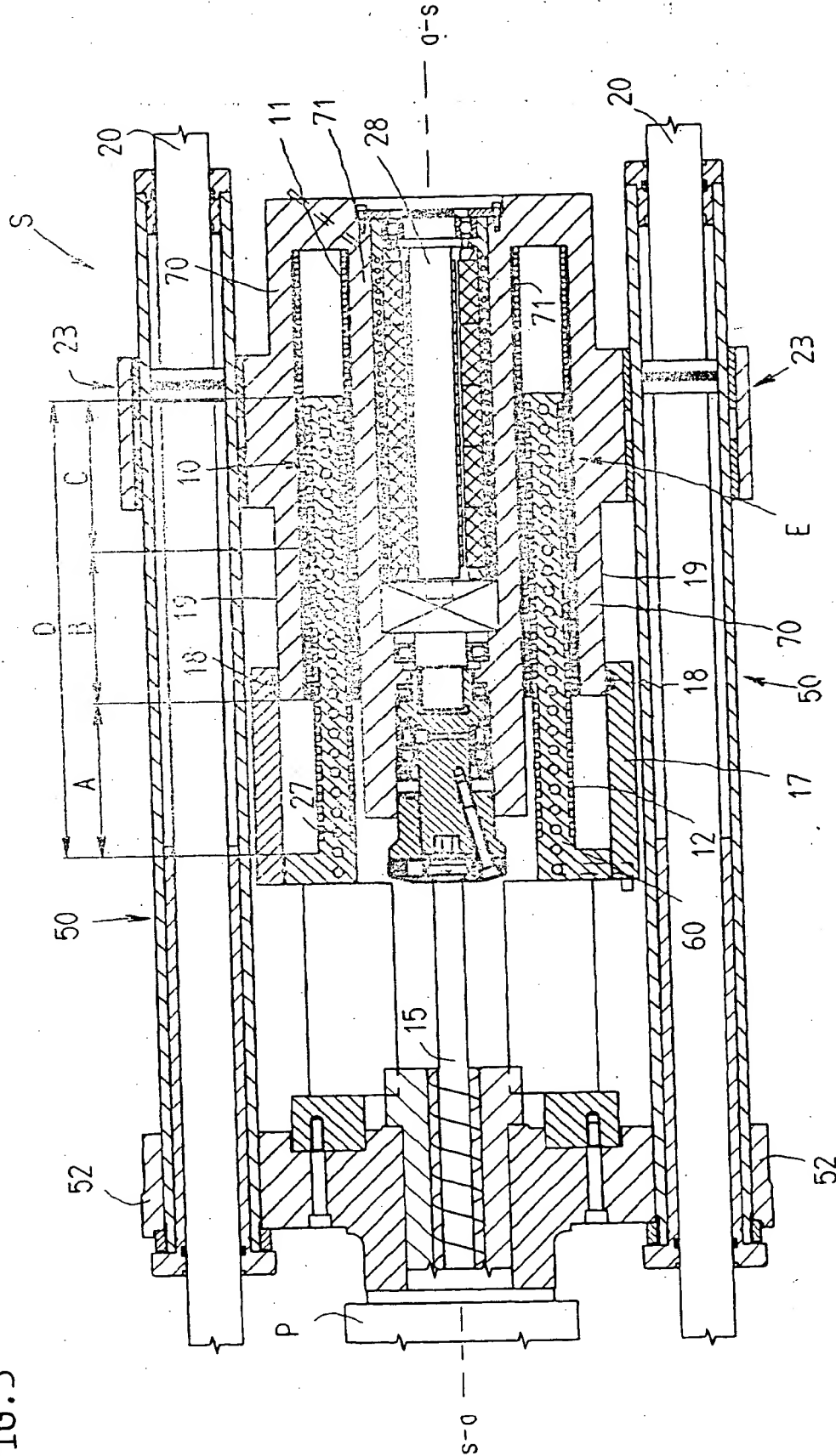
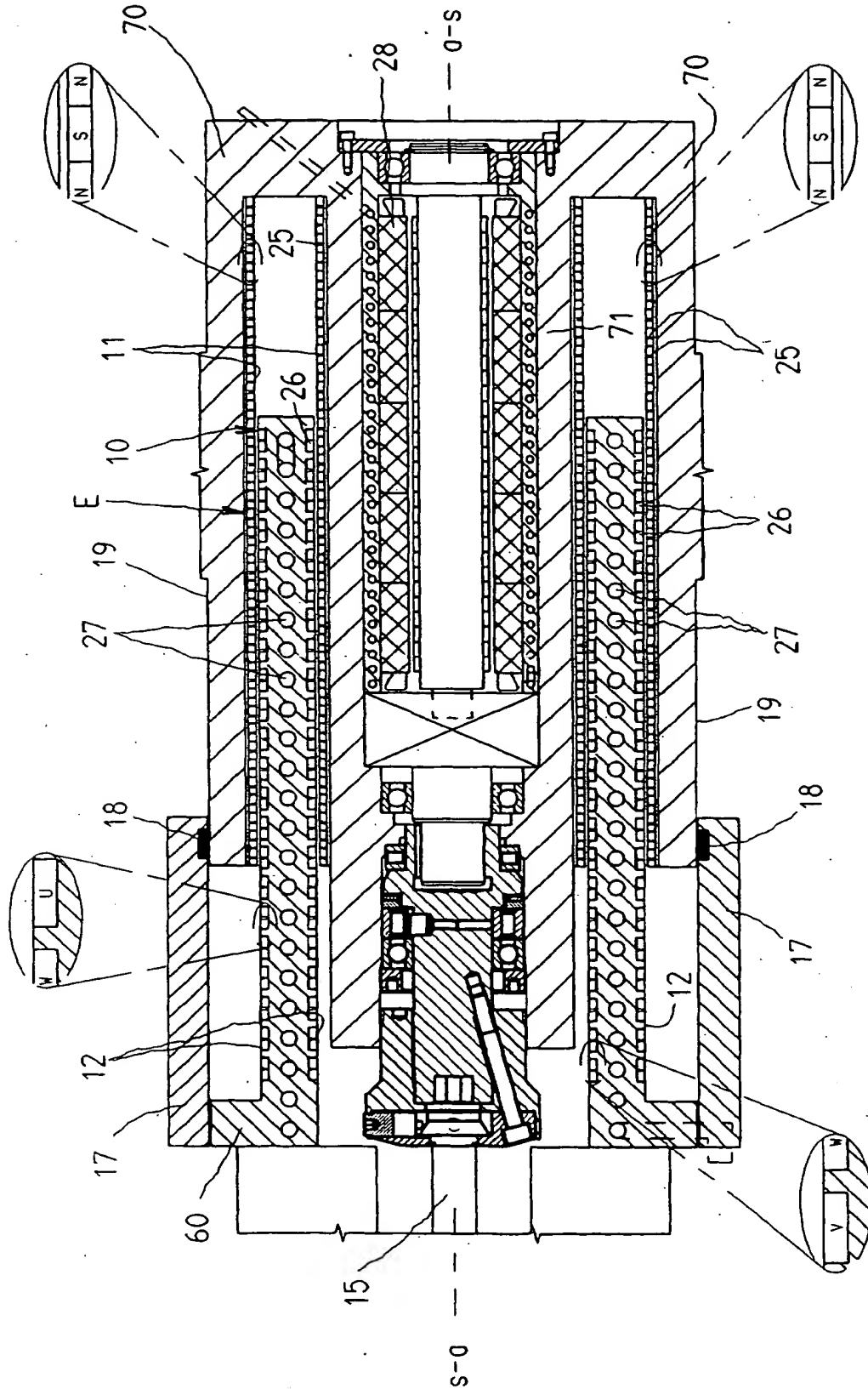
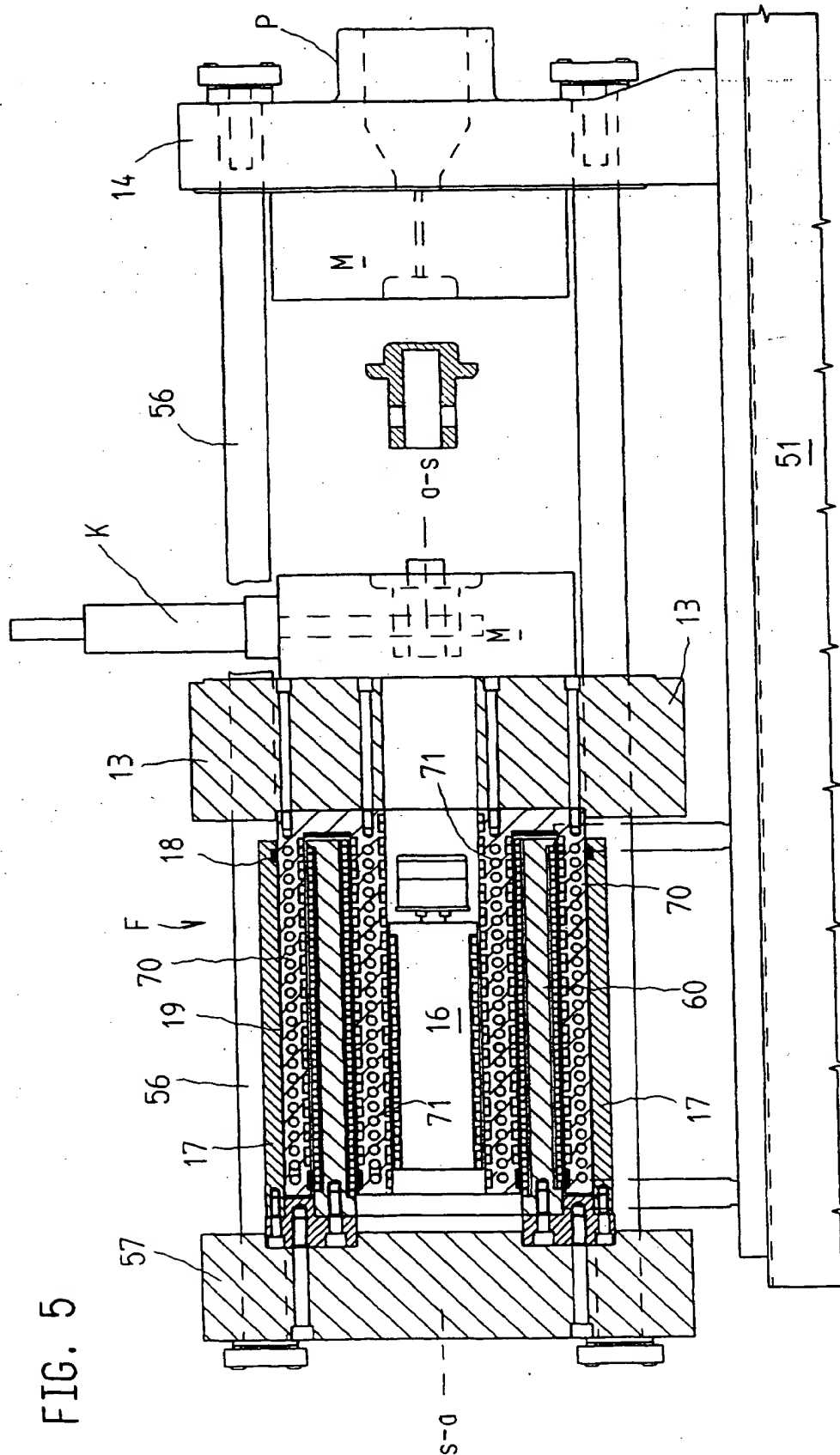


FIG. 4





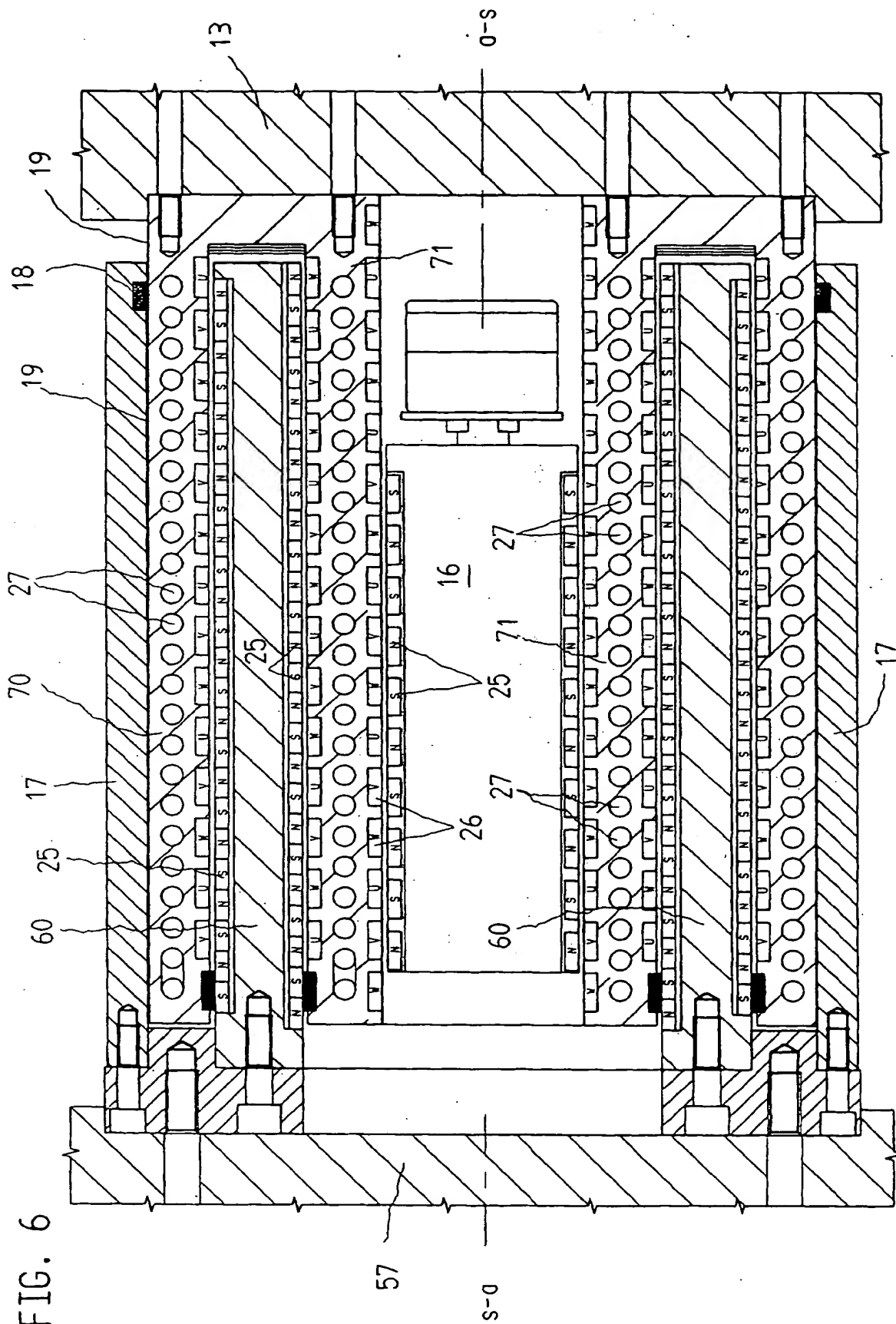


FIG. 6

FIG. 7

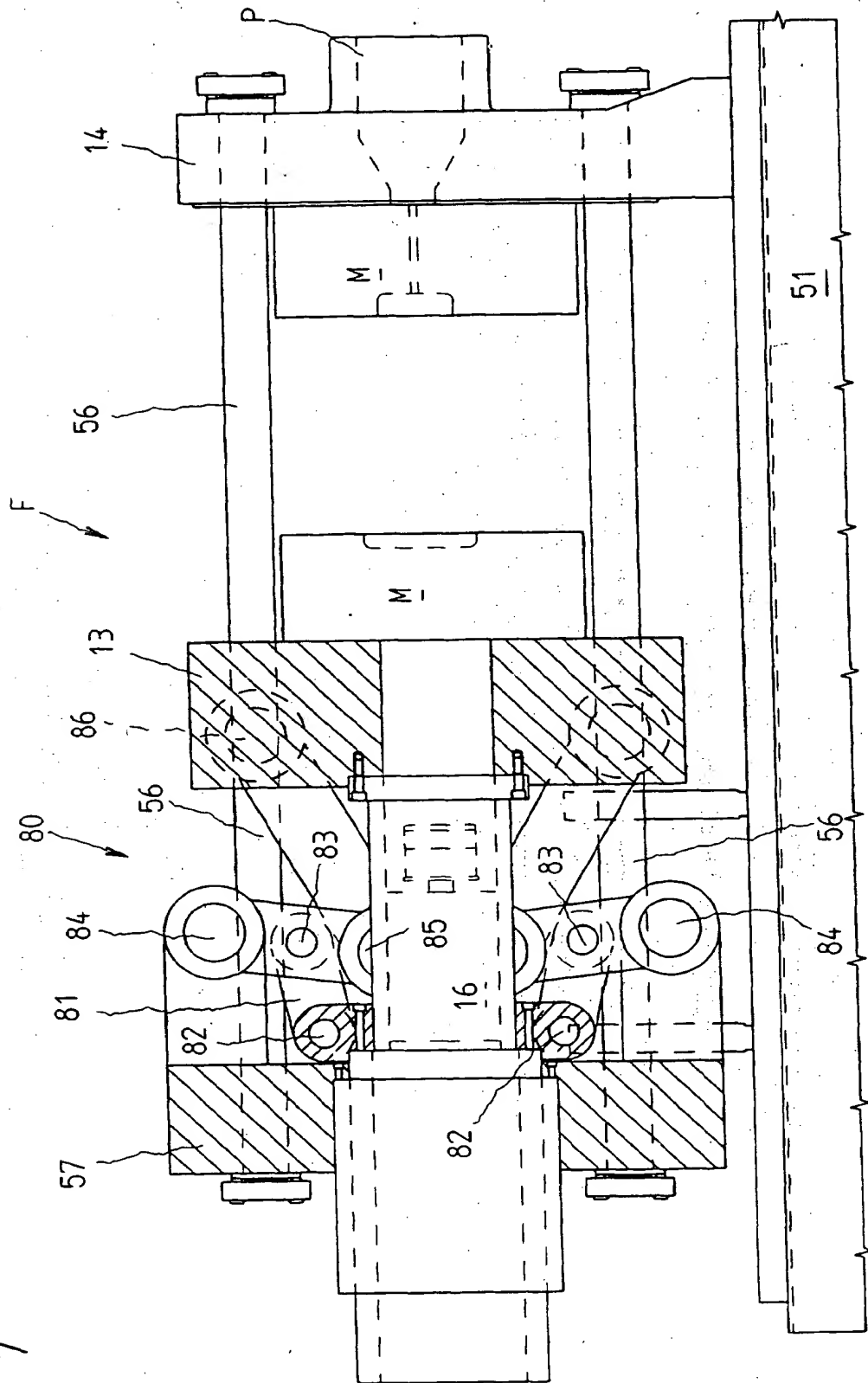
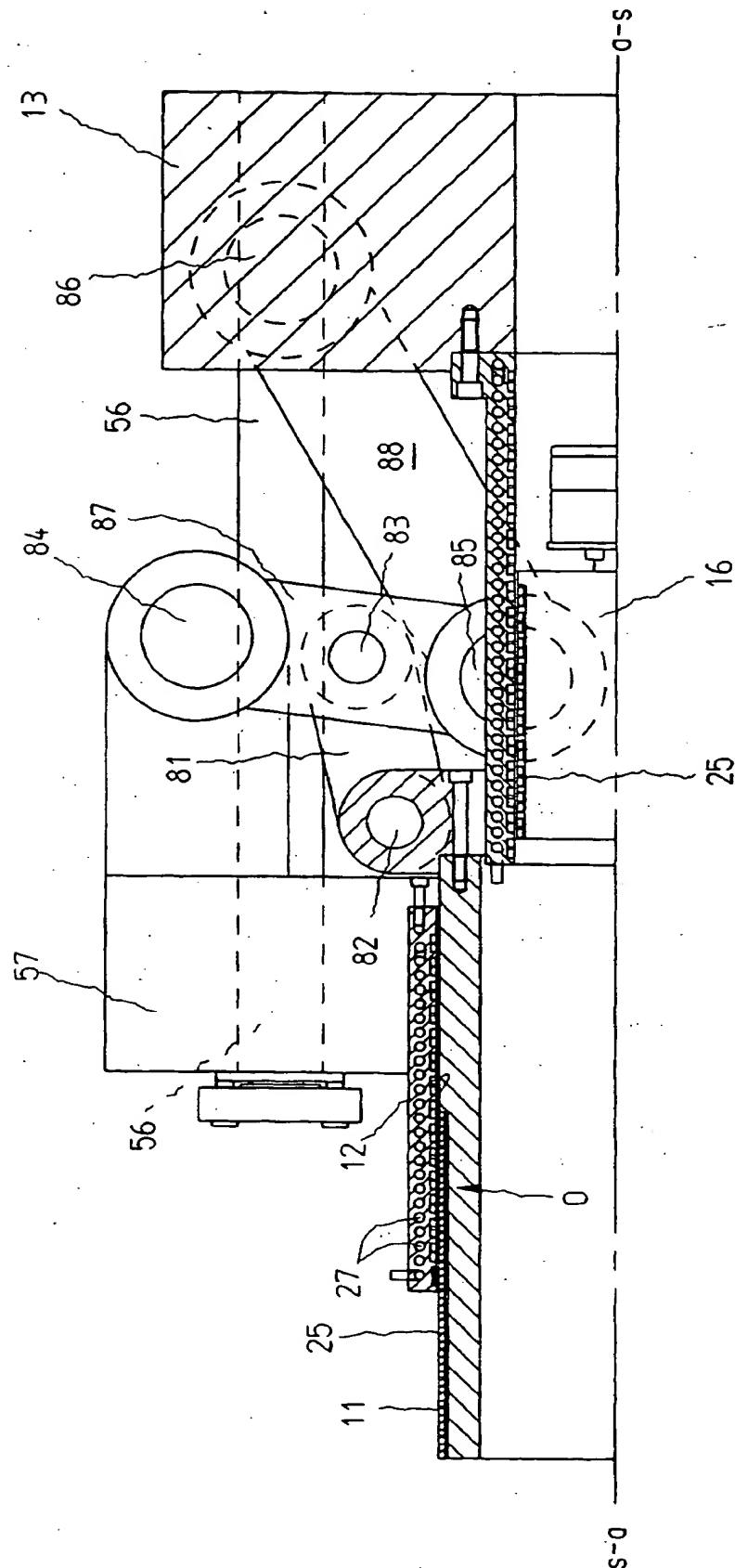


FIG. 8



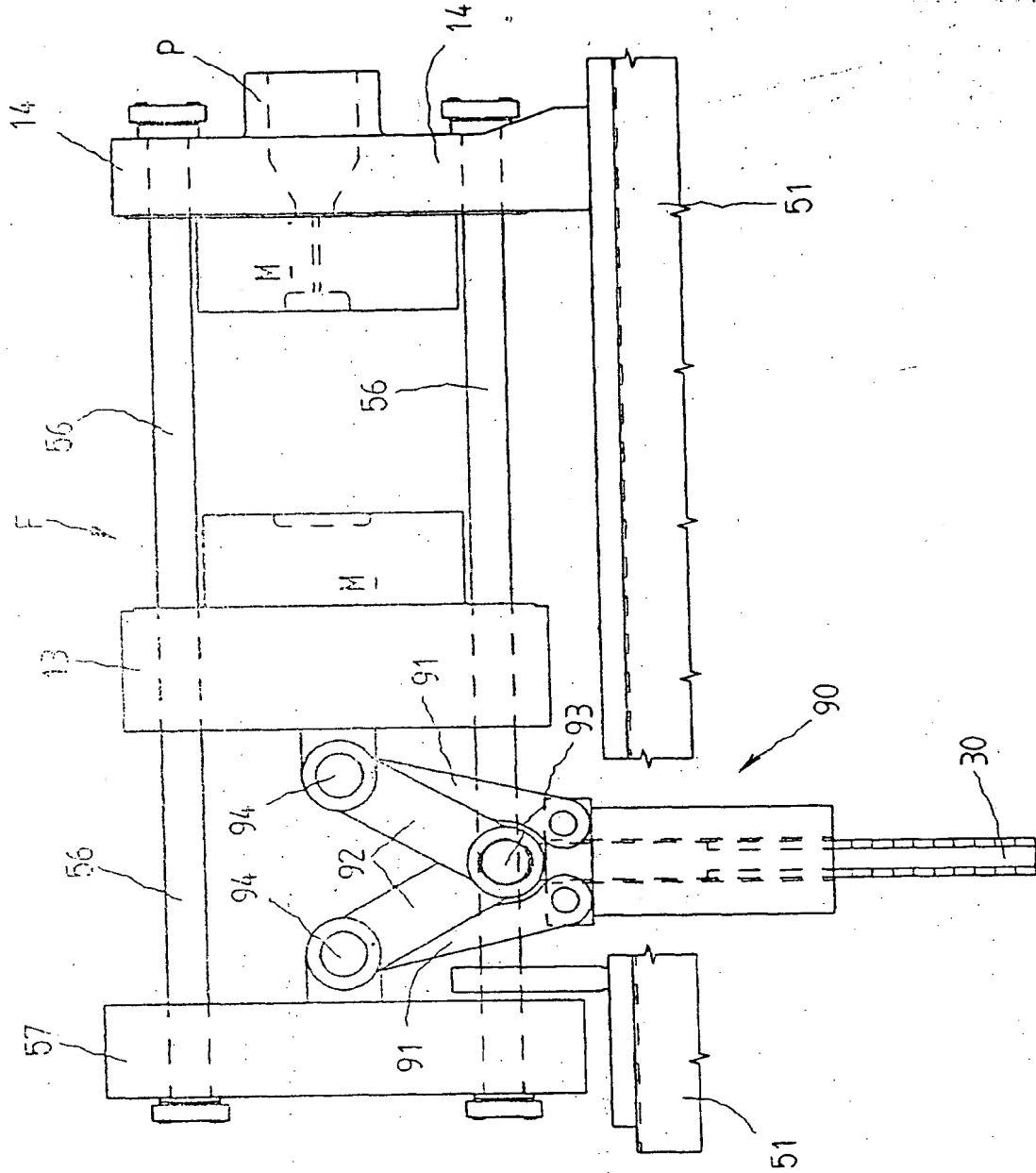


FIG. 9



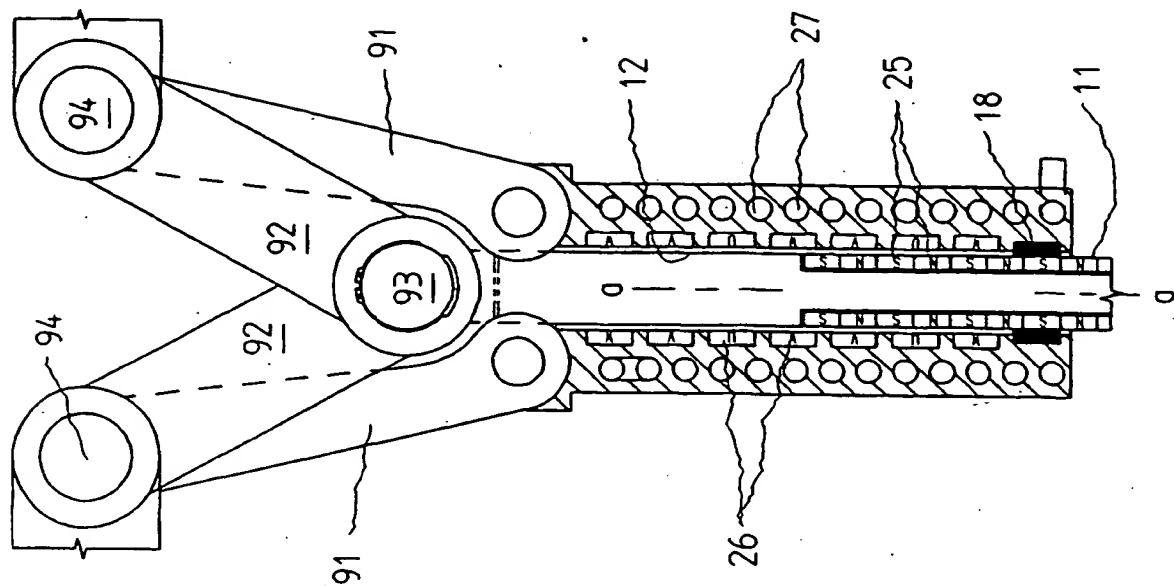


FIG. 10

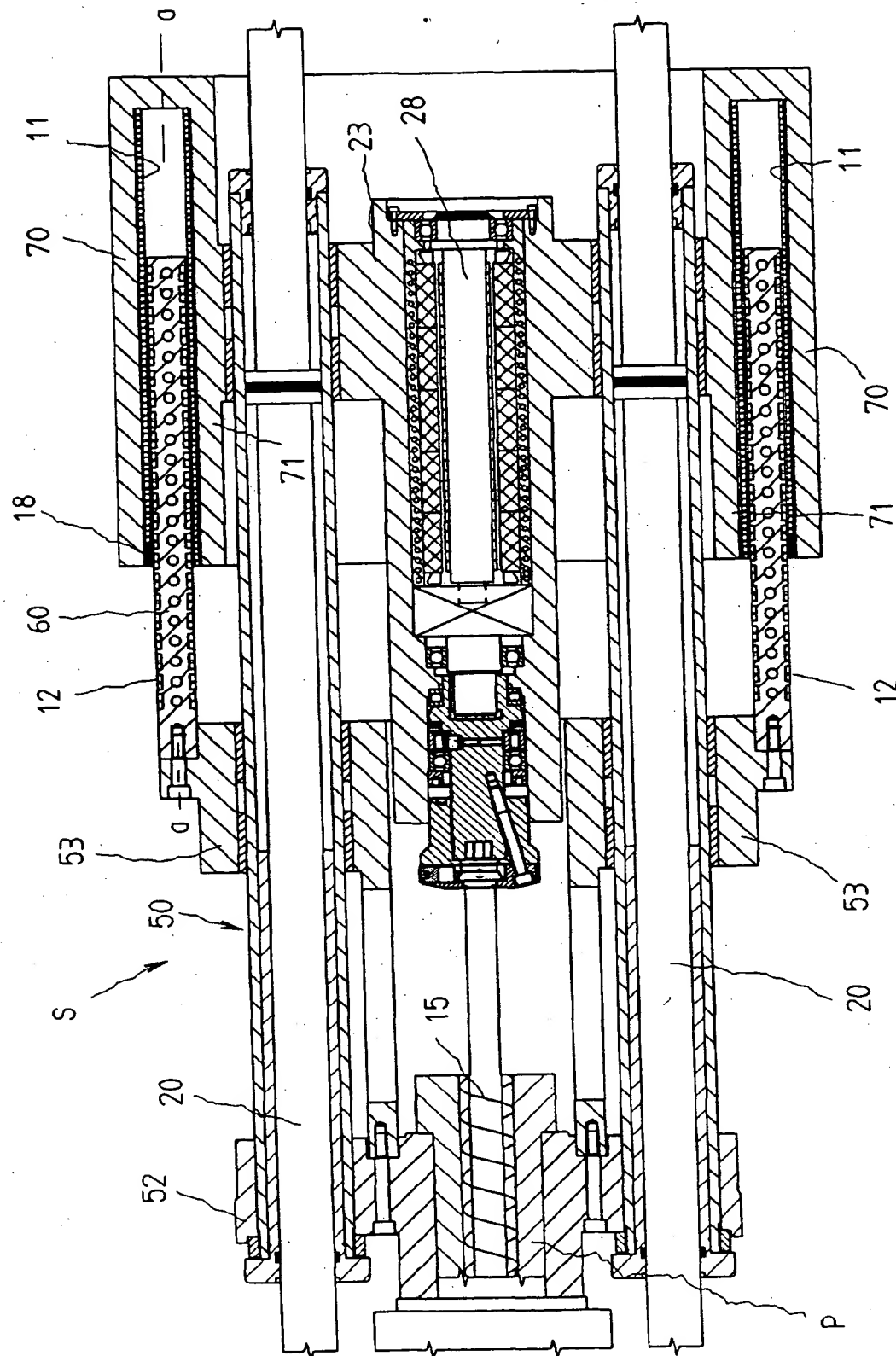
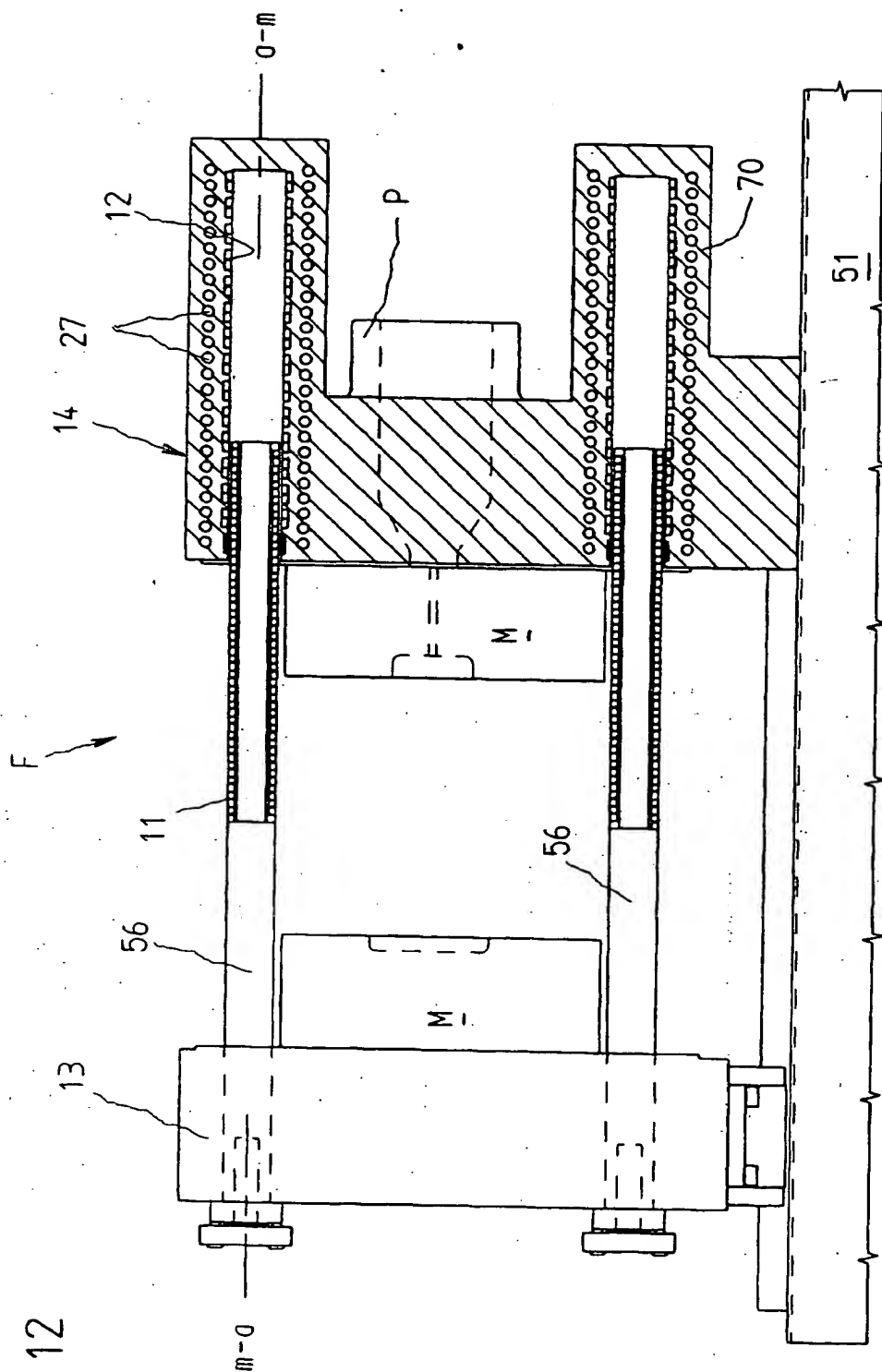


FIG. 11

FIG. 12



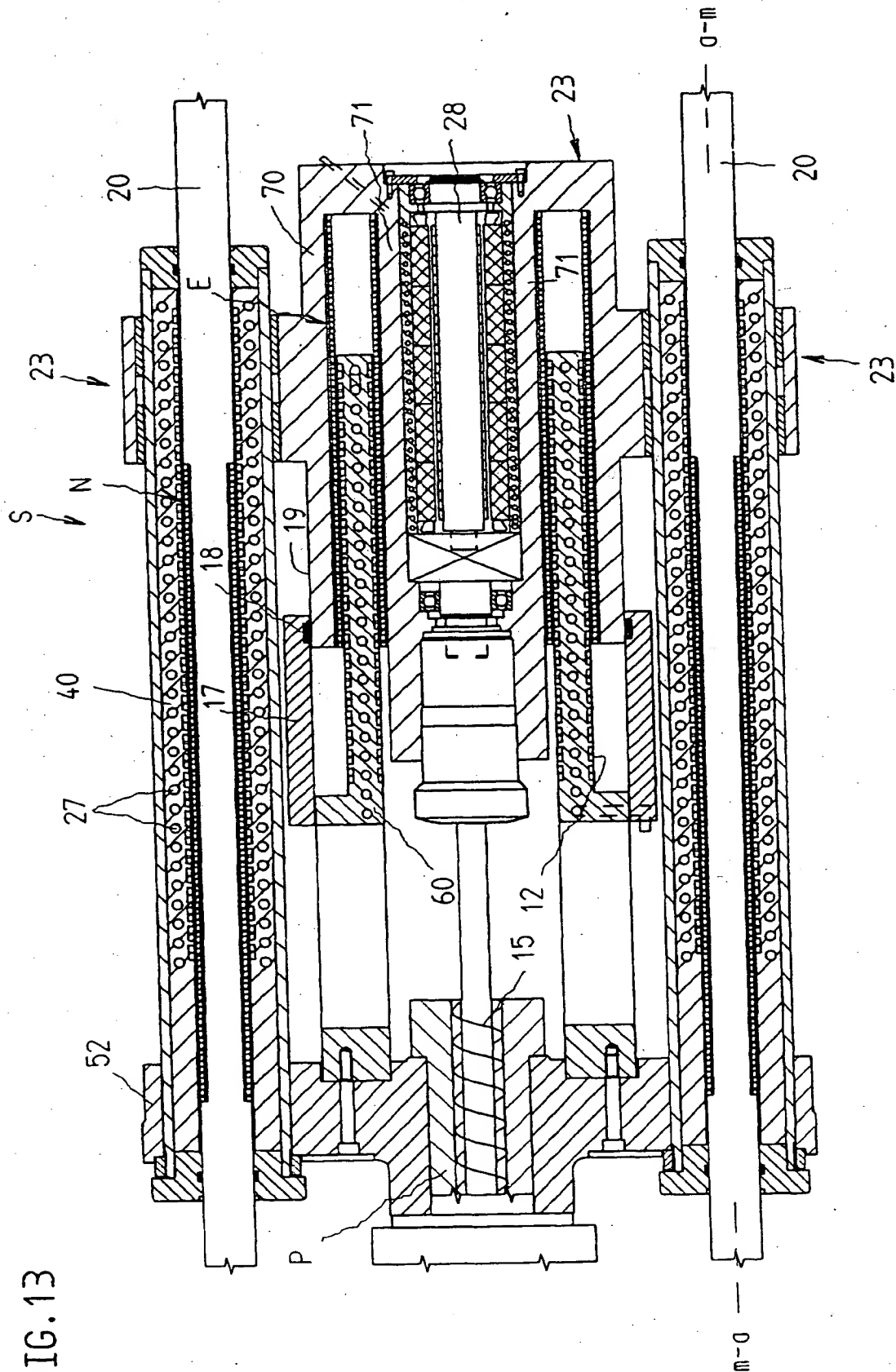


FIG. 14

